

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ БЕСКОНТАКТНОЙ ЛИНЕЙКИ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ

Калмыков Ал.Ан., Калмыков Ан.Ал. Баранов О.А., Саян А.В.

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Екатеринбург, Россия (620002, Екатеринбург, ул. Мира, 32), e-mail: kaa@iidt.ru

Аннотация — Настоящая статья посвящена обзору оптической системы измерения раствора валков на машине непрерывного литья заготовок. Рассмотрены основные факторы, влияющие на качество выпускаемой продукции и актуальные устройства для её контроля. Описан состав и устройство данной системы. Освещены основные принципы алгоритма измерения, который использует систему технического зрения в виде камеры и лазерной подсветки. Показаны основные технические характеристики и преимущества разрабатываемой системы.

USING OPTICAL SYSTEMS FOR PROCESS ON THE EXAMPLE OF CONTACTLESS RANGE FOR STEEL

Kalmykov Al.An. , Kalmykov An.Al., Baranov O.A., Sagan A.V.

The Ural Federal University named after the first President of Russian B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002, Russia, Yekaterinburg, street Mira, 32), e-mail: kaa@iidt.ru

Abstract — This article provides an overview of the optical roll gap measurement system on a continuous casting machine. The main factors affecting the quality of products and relevant devices for its control. Discloses a device and the system. When covering the basic principles of measurement algorithm, which uses a vision system in the form of a camera and laser illumination. The basic technical characteristics and advantages of the developed system.

I. Введение

Важнейшим параметром, влияющим на качество непрерывно литых заготовок, является раствор роликов. Существуют измерительные затравки, которые каждую серию плавок контролируют раствор роликов.

Несмотря на наличие указанных систем, актуальными являются ручные приборы для оперативных измерений растворов роликов, которые выполняются на участках подготовки роликовых сегментов при стендовой настройке роликового полотна сегментов, контроле и настройке отдельных роликовых сегментов, расположенных в МНЛЗ [5]. Из них простейшим и распространенным является микрометрический штихмас или чуть более сложный прибор «Gap Tool». Они пригодны для контроля растворов на участках подготовки оборудования, но совершенно не пригодны для контроля растворов роликов в МНЛЗ. Применяемые для этих измерений непосредственно в МНЛЗ приборы работают по принципу стрелочного или электронного штангенциркуля. Одним из таких приборов является измеритель расстояния между роликами МНЛЗ — ИРР-250/2 с электронной индикацией производства Украинской фирмы НПФ «АСНТ». Обычно такие устройства имеют большие габариты и вес, а также большим недостатком на современном уровне является отсутствие в их составе системы автоматизированного сбора и анализа данных. ООО «Институт информационных датчиков и технологий» (г. Екатеринбург) в содружестве с ОАО «Уралмашзавод» разработал новую систему измерения растворов роликов МНЛЗ ОИРР-150/380, которая предназначена для оперативных измерений и выгодно отличается от существующих аналогов весом, габаритами и наличием системы автоматизированного сбора и анализа данных.

II. Состав системы

Система состоит из блока датчиков «Оптическая линейка» и промышленного защищенного планшетного компьютера. В качестве промышленного защищенного планшета используется защищенный планшет DESTEN Cyberbook T850. Схематически блок датчиков «Оптическая линейка» изображен на рисунке 1.

«Оптическая линейка» устанавливается через зазор сверху между группами роликов и фиксируется на них за счет магнитов. При измерении возможно отклонение положения линейки от вертикали на угол, не превышающий критический и не влияющий на точность измерений. Зеленый цвет кнопки «ИЗМЕРИТЬ» в интерфейсе программы измерений сигнализирует о правильной установке линейки на роликах и готовности прибора к очередному измерению (в противном случае цвет красный). Камера направлена на линии лазерной подсветки, находящиеся на верхнем валке. Планшетный компьютер и блок датчиков «Оптическая линейка» соединены между собой USB кабелем. Питание всей системы осуществляется от аккумулятора планшета.

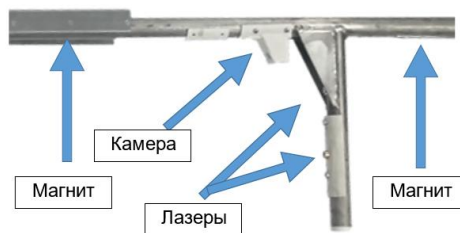


Рис. 1 — изображение системы и указанием ключевых узлов

III. Основные принципы измерения

Поскольку для определения расстояния между роликами используется система технического зрения, то прежде всего при расчете раствора роликов нам необходимы некоторые априорные данные о цифровой камере и измерительной линейке, такие как угол обзора камеры, разрешение матрицы, некоторые геометрические размеры самой линейки.

Для определения расстояния между роликами была разработана следующая методика. Было принято допущение, что ролики имеют форму цилиндров, в основании которых лежит окружность. Исходя из знания о том, что через три точки на плоскости возможно провести только одну окружность, можно, зная положения этих точек, определить радиус окружности. Одной такой точкой является место соприкосновения валка и линейки, две других создаются с помощью лазерной подсветки (см. красные точки на рис.2).

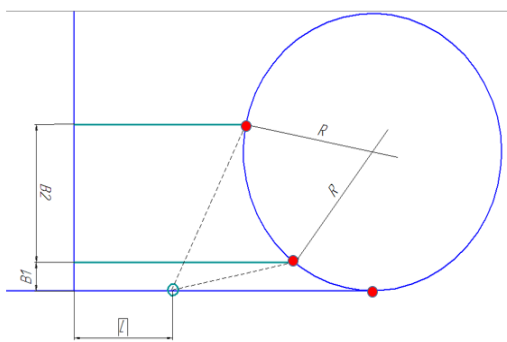


Рис. 2 – Относительное расположение лазеров и камеры, B1 – расстояние от касательной к валкам до первого лазера, B2 – расстояние от касательной к валкам до второго лазера, L – Расстояние от клюки до камеры

Очень важным является точное определение линий лазерной подсветки. Опишем основные этапы распознавания линий.

На первом этапе обработки изображения производится приведение в полутоновый вид и контрастирование изображения для усиления динамического диапазона изображения [1]. На втором этапе происходит нахождение точек на изображении, принадлежащих лазерным линиям [2,3]. На третьем этапе происходит определение положения линий лазерной подсветки по найденным точкам. Четвертый этап — фильтрация лишних точек и пересчет положения линии [4].

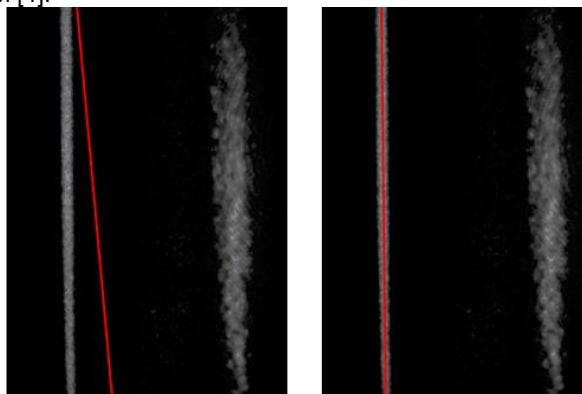


Рис. 3 – результат обработки изображения и детектирования линий

Указанные в алгоритме обработки изображений позволяют точно выделить лазерную линию, что в свою очередь очень важно для точного вычисления раствора, так как дальнейшие математические расчеты главным образом базируются на уравнении найденной линии.

IV. Интерфейс программы измерений

Интерфейс программы измерений, показанный на рисунке 4, предоставляет пользователю управление основными функциями ПО.

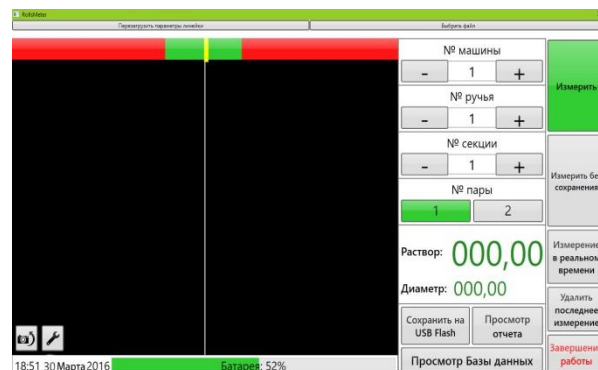


Рис. 4 – Главное окно программы измерений

К основным функциям ПО относятся:

- измерение зазора раствора роликов и диаметра роликов;
- сохранение полученных данных в Базу данных с указанием номера машины, номера «ручья», номера сегмента и номера пар-роликов;
- сохранение данных в место по выбору пользователя;
- отображение даты, времени, заряда батареи, а также времени расчета;
- сигнализация о правильной установке измерительной линейки на пару роликов и готовности к следующему измерению;
- отображение текущего кадра камеры;
- очистка базы данных.

V. Технические характеристики

Основные технические характеристики:

- Диапазон измеряемых зазоров, мм: 200-320.
- Диапазон измеряемых диаметров роликов, мм: 150-380.
- Точность измерения зазора, диаметра роликов, мм: 0,1.
- Время измерения (с учетом установки), сек: 5.
- Время автономной работы от аккумулятора, час: 5.
- Габариты блока датчиков «Оптическая линейка», мм: 205x1024x97.
- Габариты защищенного планшетного компьютера, мм: 285x215x42.
- Масса измерительной линейки, кг: 0,5.
- Масса защищенного планшетного компьютера, кг: 2,3.
- Рабочая температура, град. Цельсия: до 60.
- Относительная влажность, %: до 95.
- Для защищенного планшета: 26 падений с высоты 76 см. на фанеру, наклеенную на бетон.

VI. Заключение

В заключении приведем основные выявленные достоинства прибора. Это возможность оперативно измерять растворы роликов на собранной МНЛЗ, автоматическое создание баз данных измерений с нумерацией номера машины, ручья, сегмента и пар-роликов, высокая точность, обеспечиваемая системой технического зрения последнего поколения. Высокая скорость измерений, легкость установки на валки за счет магнитов и визуального контроля установки, простота использования и автоматизация процесса измерения благодаря промышленному защищенному планшетному компьютеру с сенсорной панелью и программному обеспечению с дружелюбным интерфейсом.

Прибор прошел опробование при измерении растворов роликов на участках подготовки сменного оборудования и непосредственно в МНЛЗ в ККЦ ПАО ММК и ПАО «Северсталь», подтвердив заявленные технические характеристики.

VII. Литература

- [1] Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах : Учебное пособие / Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000. 168 с.
- [2] Билл Грин. Алгоритм выделения контуров Canny. — Дрексельская лаборатория автоматизированных систем. [Электронный ресурс]. — Электрон. Дан. — Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2010/fknt/chudovskaja/library/article4.htm>
- [3] Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. М.: Мир, 1982. — 312 с.
- [4] Баяковский Ю. М. Курс лекций по компьютерной графике. ВМиК МГУ, 2004.